

主論文

①

胸部腫瘍病変におけるMR angiographyの評価
—上大静脈とその分枝ならびに腫瘍との関連性の描出能について—

三谷 政彦

日本医学放射線学会雑誌第55巻第14号所載

別 刷

1995. 11. 25

日本医学放射線学会

胸部腫瘍病変におけるMR angiographyの評価 —上大静脈とその分枝ならびに腫瘍との関連性の描出能について—

三谷 政彦

岡山大学医学部放射線医学教室（主任：平木祥夫教授）
現 岡山赤十字病院放射線科

MR Angiography in Intrathoracic Masses : Evaluation of the superior vena cava, its major branches and their relation to the mass

Masahiko Mitani

MR angiography (MRA) of the thorax was evaluated in six healthy volunteers and 48 patients with an intrathoracic mass potentially infiltrating to the superior vena cava and/or its major branches. It was also compared with CT, spin echo MRI and X-ray venography. Three methods were used for MRA : sequential 2D-TOF MRA with presaturation band over the heart, 3D-MRA with bolus administration of Gd-DTPA in a single breath-hold and sequential 2D-TOF MRA with administration of Gd-DTPA. The major vessels themselves and their relation to the mass were clearly visualized on MRA in all volunteers and patients. Since original MRA demonstrated these vessels more clearly than projection MRA in our series, we considered that interpretation of MRA should be based mainly on original MRA. MRA generally could visualize the vessels as well as the other imaging modalities, and was sometimes superior to them.

In conclusion, MRA is a non-invasive and effective method for the evaluation of major vessels and their relation to the mass in patients with an intrathoracic mass.

Research Code No. : 209.2, 506.9

*Key words : MR angiography, Superior vena cava,
Intrathoracic mass*

Received Jun. 20, 1994 ; revision accepted Nov. 2, 1994
Department of Radiology, Okayama University Medical School
(Present address : Department of Radiology, Okayama Red Cross Hospital)

はじめに

胸部腫瘍病変においても他の領域と同様にその血管との関係が手術適応や手技を決定する一因となることが多く、従来よりCT、X線血管造影などによりその評価を行ってきた。

一方、頭部、頸部、腹部領域を中心に臨床応用が進んできたMR angiography (MRA)であるが、高速撮像法の進歩に伴い胸部領域でも報告が見られるようになってきた¹⁾⁻⁸⁾。しかし、それらの報告は方法論やその描出能についての記述にとどまっており、CTをはじめとする他画像との比較など、実際の臨床におけるその位置付けについての検討は見られない。今回は血管像、腫瘍と上大静脈およびその分枝との関係の評価を目的に3通りの方法でMRAを撮像し、3法のMRAの比較、その元画像との比較、MRI spin echo (SE)法、CT、X線 venographyなど他画像との比較を行い、その有用性について検討した。

対 象

はじめに、健常ボランティア6例(年齢は22歳～58歳、男性5例、女性1例)に対して3方法のMRAを撮像した。

対象とした患者は、1991年5月から1994年4月までに岡山大学医学部附属病院放射線科にてMRAが撮像された胸部腫瘍病変患者46例である。いずれも上大静脈系との関係が問題となった症例であり、その内訳は、肺癌22例、縦隔腫瘍18例、その他6例で、年齢は25歳～77歳(男性34例、女性12例、平均61.8歳)である(Table 1)。

このうちMRAが3法とも撮像された症例は19例で、残りの27例はMRAが1ないしは2法のみ撮像されている。他画像との比較においては、両者が1週間以内に撮像された症例をその対象とし、それぞれの対象症例は、SEでは46例、CTでは35例、X線 venographyでは13例である。

撮 像 方 法

1. MRA

Table 1 Materials

Clinical diagnosis	No. of cases
Pulmonary cancer	22
Thymoma	13
Thymic cancer	3
Malignant lymphoma	2
Others	6
Total	46

使用機種はSIEMENS社製MagnetomH15(超電導1.5Tesla)である。以下の3通りの方法により撮像した。

(1) 3-Dimensional MRA (3D-MRA)^{1), 2)}

基本となる撮像法は3-Dimensional Fast Low Angle Shot (3D-FLASH)法で、Gd-DTPA 0.05~0.1mmol/kgをボラス注入し50秒後に呼吸停止下に撮像した。このMRAは動脈と静脈を同時に描出したものである。撮像パラメーターは10/4/18° (TR/TE/flip angle), 3D-partition = 16, slab thickness = 48~80mm, matrix = 128 × 256, acq. = 1, FOV = 35~40cmとした。1回の呼吸停止時間は約22秒である。なお、呼吸停止を無理なく行うため、酸素10lit./minを吸入させながら撮像した。

(2) 2-Dimensional MRA (2D-MRA)³⁾

2-Dimensional Time-of-Flight (2D-TOF)法を用いた。基本となる撮像法はGradient Motion Rephasing (GMR)を使用した2D-FLASH法で、Gd-DTPA 0.05~0.1 mmol/kgを注入後に撮像した。このMRAも3D-MRAと同様に、動脈と静脈を同時に描出したものである。撮像パラメーターは20/8/30°, slice thickness = 5mm, no.of slice = 1, matrix = 192 × 256, acq. = 1, FOV = 35~40cmとした。スライス間隔は4mmとし、1mmをoverlapさせ、20~30スライス撮像した。1回の呼吸停止時間は約6秒である。

(3) MR venography³⁾

心室部分にpresaturation pulseをかけることにより動脈系の信号を消去し、静脈系のみを選択的に描出した。2D-MRAと同様に2D-TOF法を用い、その基本となる撮像法はGMRを使用した2D-FLASH法である。撮像パラメーターは29/8/30°, slice thickness = 5mm, no.of slice = 1, matrix = 192 × 256, acq. = 1, FOV = 35~40cmとした。スライス間隔は4mmとし、1mmをoverlapさせ、20~30スライス撮像した。1回の呼吸停止時間は約8秒である。なお、この撮像においては造影剤は使用していない。

いずれの方法においても撮像断面は冠状断とし、画像処理はMaximum Intensity Projection (MIP)法を用いた。MRAは前後方向を基準とし、正面像および左右それぞれ20°の斜位像にて観察した。

なお、MRA元画像との区別を明確にする必要がある場合

にはMIP法により作成されたMRAをMRA投影像と呼ぶことにする。

2. SE

心電図同期下にT1強調画像、T2強調画像を撮像した。T1強調画像はSE法にてR-R間隔/20/2 (TR/TE/excitations), T2強調画像はSE法にてR-R間隔 × 2~3/90/1とし、全例に造影T1強調画像を撮像した。横断像を原則とし、必要に応じて冠状断および矢状断を追加した。

3. CT

使用機種はGE社製CT/T9800とSIEMENS社製Somatom HiQである。いずれもスライス厚1cm, スライス間隔1cmとし、原則として造影CTを撮像した。

4. X線 venography

原則として、両側肘静脈よりそれぞれ30mlの造影剤を可及的速やかに注入し撮像した。

11例ではDSAによるvenography, 2例ではconventional venographyである。

なお、検査は原則として、CT, MRI (MRA), X線venographyの順に施行した。

MRI (MRA)ではSE (T1強調画像, T2強調画像), MR venography, 次いで造影剤注入後3D-MRA, 2D-MRA, 造影T1強調画像の順に、一連のMRI検査として撮像した。

検 討 項 目

1. 健常ボランティアにおける血管の描出能

健常ボランティア6例に対し撮像した3通りのMRAそれぞれにおける血管(上大静脈, 右腕頭静脈, 左腕頭静脈, 右鎖骨下静脈, 左鎖骨下静脈, 右内頸静脈, 左内頸静脈)の描出能を評価した。その評価をスコア化し、血管の描出が全長にわたり明瞭であるもの(excellent)を3点、ほぼ描出されているが一部不明瞭であるもの(good)を2点、一部のみ描出されているもの(fair)を1点、ほとんど描出されていないもの(poor)を0点とした。

なお、MRAに先だって撮像したSEを、そのgolden standardとした。

2. 胸部腫瘍病変患者における検討

すべての画像およびその経過や手術所見から、血管の状態および腫瘍と血管との関係を総合的に判断し、それをもとに評価を行った。

主な検討項目は

- 1) 血管像の描出：血管の狭窄・閉塞の有無、その範囲、主要血管合流部との位置関係
- 2) 腫瘍と血管との関係の描出：腫瘍の広がりや血管の狭窄・閉塞の範囲との関係、腫瘍端と主要血管合流部との位置関係

の2点である。

(1) 3 方法のMRAの比較

対象は3方法のMRAが撮像された19症例である。

a) 血管像の描出

3方法のMRAそれぞれにおいて、血管の異常がどの程度描出されているか検討した。評価は、good; 明瞭に描出されているもの, fair; 明瞭とは言えないものの描出はされているもの, poor; ほとんど描出されていないものとした。

b) 2D-MRAにおける腫瘍描出能

2D-MRAでは腫瘍が濃染することが多く、その進展範囲が分かりやすくなるため、腫瘍と血管との関係も把握しやすくなると考えられる。その点に注目し、他の2法と比較した。

c) MR venographyにおける選択的描出能

MR venographyでは静脈のみが選択的に描出されるので、動静脈が重なって描出される他の2法に比して静脈の異常

Table 2 Degrees of vascular depiction on MRA in 6 healthy volunteers

3D-MRA							
	SVC	RBCV	LBCV	RSCV	LSCV	RIJV	LIJV
case 1	3	2	2	3	3	3	3
2	3	1	3	3	3	3	3
3	3	3	3	2	2	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3
5	3	2	3	0	1	3	3
6	3	3	3	3	1	3	1
total	18	14	17	14	13	18	16
2D-MRA							
	SVC	RBCV	LBCV	RSCV	LSCV	RIJV	LIJV
case 1	3	2	2	3	2	2	2
2	3	1	2	3	3	2	2
3	3	2	2	2	2	2	1
4	3	3	3	3	3	2	2
5	3	2	3	3	3	1	1
6	3	3	3	3	3	3	2
total	18	13	15	17	16	12	10
MR venography							
	SVC	RBCV	LBCV	RSCV	LSCV	RIJV	LIJV
case 1	3	1	2	2	1	1	1
2	3	0	1	0	1	2	2
3	3	0	0	0	0	2	1
4	3	3	3	3	1	2	2
5	3	2	3	1	1	0	0
6	3	3	3	3	3	3	2
total	18	9	12	9	7	10	8

Degrees of vascular depiction on MRA in 6 healthy volunteers.

SVC=the superior vena cava, RBCV=the rt. brachiocephalic vein, LBCV=the lt. brachiocephalic vein, RSCV=the rt. subclavian vein, LSCV=the lt. subclavian vein, RIJV=the rt. internal jugular vein, LIJV=the lt. internal jugular vein.

Degree of depiction : 3 : excellent, 2 : good, 1 : fair, 0 : poor.

所見、側副血行路の状態などの評価が容易と考えられる。その点に注目し、他の2法と比較した。

(2) MRA投影像とMRA元画像との比較

対象は全46症例である。MRA投影像はその元画像をMIP処理することで得られる。他の画像との比較の前にこの2つの画像を以下の項目について比較した。

1) 血管像の描出

2) 腫瘍と血管との関係の描出

MRA投影像が、superior; 優れているもの, equal; ほぼ同等であるもの, inferior; 劣るものとし、符号検定(Sign test)により比較した。

(3) MRAと他画像との比較

MRAでの評価は撮像されたすべてのMRA投影像とその元画像を併せて行い、以下の3つの画像との比較を行った。

a) SE

b) CT

c) X線venography

それぞれ以下の項目について比較した。

1) 血管像の描出

2) 腫瘍と血管との関係の描出

MRAが、superior; 優れているもの, equal; ほぼ同等であるもの, inferior; 劣るものとし、符号検定(Sign test)により比較した。

いずれの検討においても、複数の放射線科医の読影によりその評価を行った。

結 果

1. 健常ボランティアにおける血管の描出能

結果をTable 2, MRA像をFig.1に示した。すべてのMRAで上大静脈の描出は良好であった。3D-MRA (Fig.1(A))では、両側鎖骨下静脈の描出がやや不良ではあるものの、全体的に最も明瞭な血管像を得ることができ、特に両側内頸静脈の描出は他の2法に比して良好であった。2D-MRA (Fig.1(B))でも、明瞭な血管像を得ることができ、特に両側鎖骨下静脈の描出は他の2法に比して良好であった。MR venography (Fig.1(C))では、動脈系の信号はほぼ完全に消去され、静脈系の選択的描出が可能である。しかし、他の2法に比して全体的に描出能は劣つ

Table 3 Degree of depiction of involved veins on MRA in 19 patients

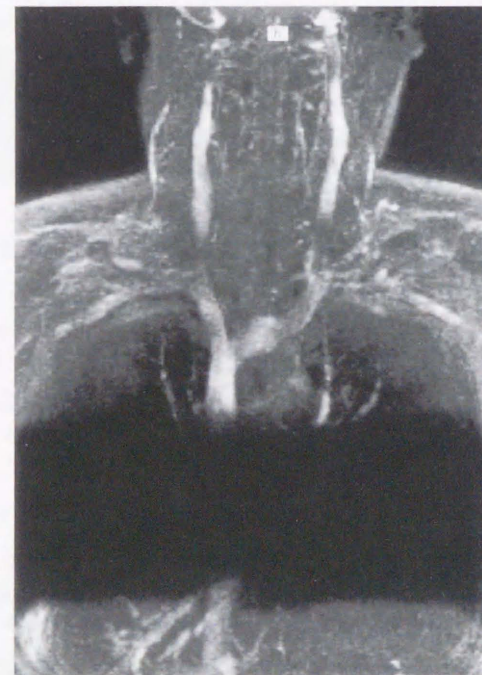
	good	fair	poor
3D-MRA	12	5	2
2D-MRA	15	3	1
MR venography	14	4	1



(A)



(B)



(C)

Fig.1 Healthy volunteer 3D-MRA (A), 2D-MRA (B), and MR venogram (C) show the superior vena cava and its major branches clearly. On MR venogram a presaturation band over the heart eliminates the arterial signal intensity and produces selective venogram.

しており、特に胸郭入口部付近において顕著であった。

2. 胸部腫瘍病変患者における検討

(1) 3 方法のMRAの比較

a) 血管像の描出

結果はTable 3に示した。3D-MRAでは12例(63%)、2D-MRAでは15例(79%)、MR venographyでは14例(74%)で血管像は明瞭に描出されており、ほとんどの症例で異常所見の把握が可能であった。

b) 2D-MRAにおける腫瘍描出能

19例中12例(63%)で、腫瘍の濃染により腫瘍と血管との関係が把握しやすくなった。

c) MR venographyにおける選択的描出能

19例中12例(63%)で、MR venographyの優位性が認められた。

(2) MRA投影像とMRA元画像との比較

結果はTable 4に示した。血管像の描出については、46例中4例(9%)でMRA元画像の方が優れていたが、統計学的に有意な差は認めなかった。腫瘍と血管との関係の描出については、46例中22例(48%)でMRA元画像の方が優れており、統計学的にもMRA元画像の方が有意に優れていた。

(3) MRAと他画像との比較

a) MRAとSE

結果はTable 5に示した。血管像の描出、腫瘍と血管との関係の描出について、ともに46例中8例(17%)でMRAが優れており、いずれも統計学的にMRAが有意に優れていた。

b) MRAとCT

結果はTable 6に示した。血管像の描出については35例中13例(37%)で、腫瘍と血管との関係の描出については35例中14例(40%)でMRAが優れており、いずれも統計学的にMRAが有意に優れていた。

c) MRAとX線 venography

結果はTable 7に示した。血管像の描出については13例中11例(85%)で同等、2例(15%)で劣るとの結果であり、統計学的に有意差は認められなかった。腫瘍と血管との関係の描出については、X線 venographyでは腫瘍は描出されないため、全例MRAが優れるとの結果であり、統計学的にもMRAが有意に優れていた。

症 例

Case 1. 73歳、女性、浸潤性胸腺腫(Fig.2)。

3D-MRA (Fig.2(A))、2D-MRA (Fig.2(B))、MR venogram (Fig.2(C))の3方法のMRAを比較すると、左腕頭静脈の閉塞が最も把握しやすいのはMR venogramであり、側副血行路として発達した前頸静脈も明瞭に描出されている。2D-MRA投影像 (Fig.2(B))と2D-MRA元画像 (Fig.2(D))を比較すると、2D-MRA投影像ではやや把握しにくい腫瘍の進展範囲も、元画像では明瞭に把握可能であり、左腕頭静脈の閉塞もより明瞭に描出されている。しかし、MRAは空間分解能が悪いためX線 venogram (Fig.2(E))と比較すると、発達した側副血行路の描出は明らかに劣っている。

Case 2. 59歳、男性、肺癌 (Fig.3)。

MR venogram (Fig.3(A))ではX線 venogram (Fig.3(D))と同様に右鎖骨下静脈と右内頸静脈の狭窄、右腕頭静脈の閉塞が描出されている。2D-MRA投影像では腫瘍の進展範囲が不明瞭ながらも描出されていたが、2D-MRA元画像 (Fig.3(B))ではきわめて明瞭に描出されており、しかも、2D-MRA投影像では分かりにくい静脈の状態も、明瞭とは言えないものの描出はされている。CT (Fig.3(C))では横断像しか得られないため、頭尾方向に走行する血管の狭窄していく状態や、上下に位置する腫瘍と血管との関係の描出は冠状断像であるMRAに劣る。

Case 3. 50歳、男性、肺癌 (Fig.4)。

MR venogram (Fig.4(A))ではX線 venogram (Fig.4(C))と同様に右腕頭静脈の狭窄が描出されている。SE (Fig.4(B))では狭窄による血流低下のため血管内に信号が見られる。

Table 4 Comparison of projection MRA and original MRA superior (equal, inferior) ; Projection MRA is superior (equal, inferior) to original MRA.

	superior	equal	inferior
depiction of involved vein	0	42	4
depiction of the relation between tumor and veins	0	24	22

Table 5 Comparison of MRA and spin echo MRI superior (equal, inferior) ; MRA is superior (equal, inferior) to spin echo MRI.

	superior	equal	inferior
depiction of involved vein	8	37	1
depiction of the relation between tumor and veins	8	37	1

Table 6 Comparison of MRA and CT superior (equal, inferior) ; MRA is superior (equal, inferior) to CT.

	superior	equal	inferior
depiction of involved vein	13	21	1
depiction of the relation between tumor and veins	14	20	1

Table 7 Comparison of MRA and X-ray venography superior (equal, inferior) ; MRA is superior (equal, inferior) to X-ray venography.

	superior	equal	inferior
depiction of involved vein	0	11	2
depiction of the relation between tumor and veins	13	0	0

考 察

胸部腫瘍病変において、その質的診断はもちろんであるが、その量的診断、すなわち腫瘍の広がりや周囲臓器との関係を正確に把握することは治療法を決定するうえで重要である。胸部領域においては、特に大血管との関係が問題となることが多く、従来、CT、血管造影によりその診断を

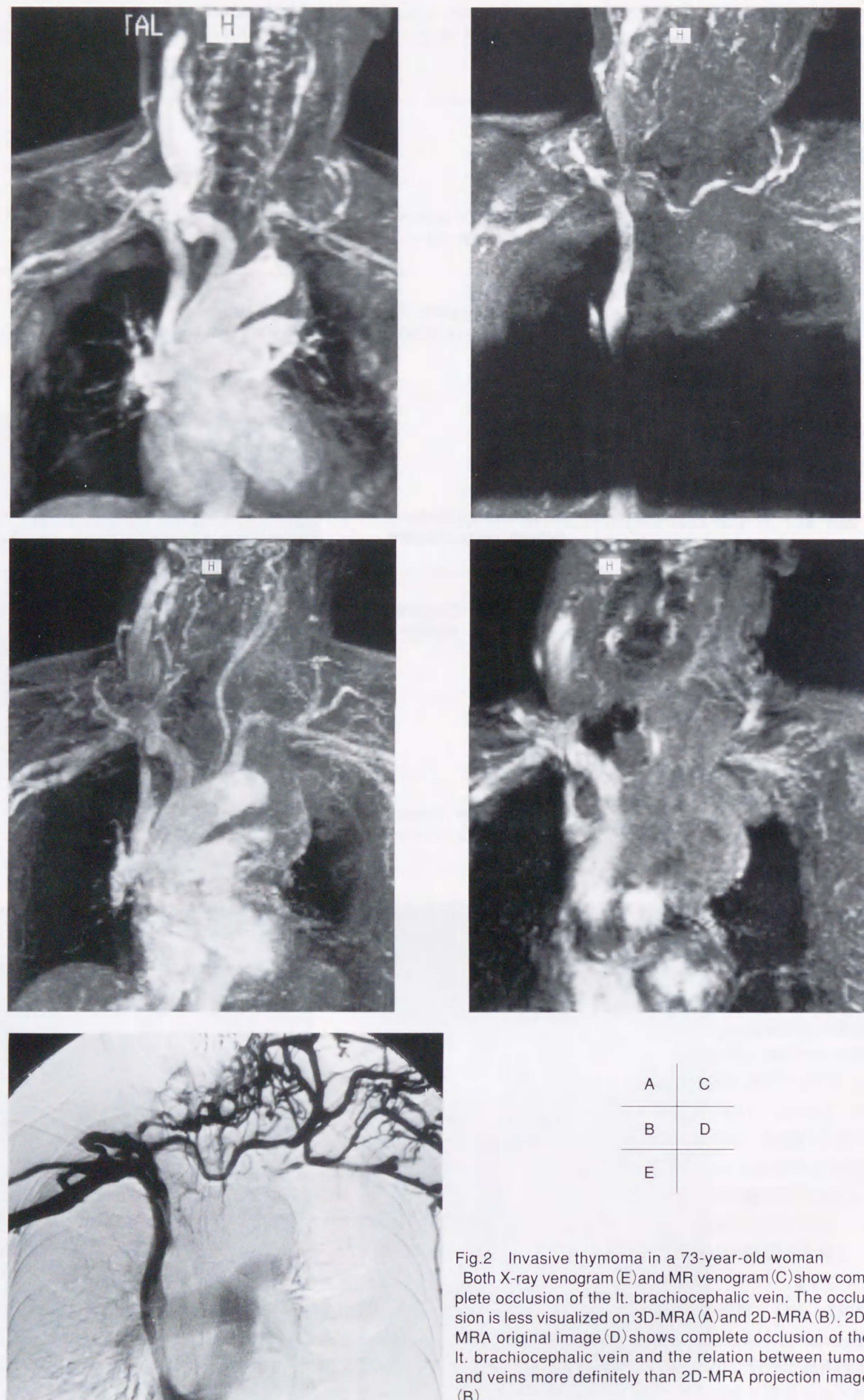


Fig.2 Invasive thymoma in a 73-year-old woman
Both X-ray venogram (E) and MR venogram (C) show complete occlusion of the lt. brachiocephalic vein. The occlusion is less visualized on 3D-MRA (A) and 2D-MRA (B). 2D-MRA original image (D) shows complete occlusion of the lt. brachiocephalic vein and the relation between tumor and veins more definitely than 2D-MRA projection image (B).

A	C
B	D
E	

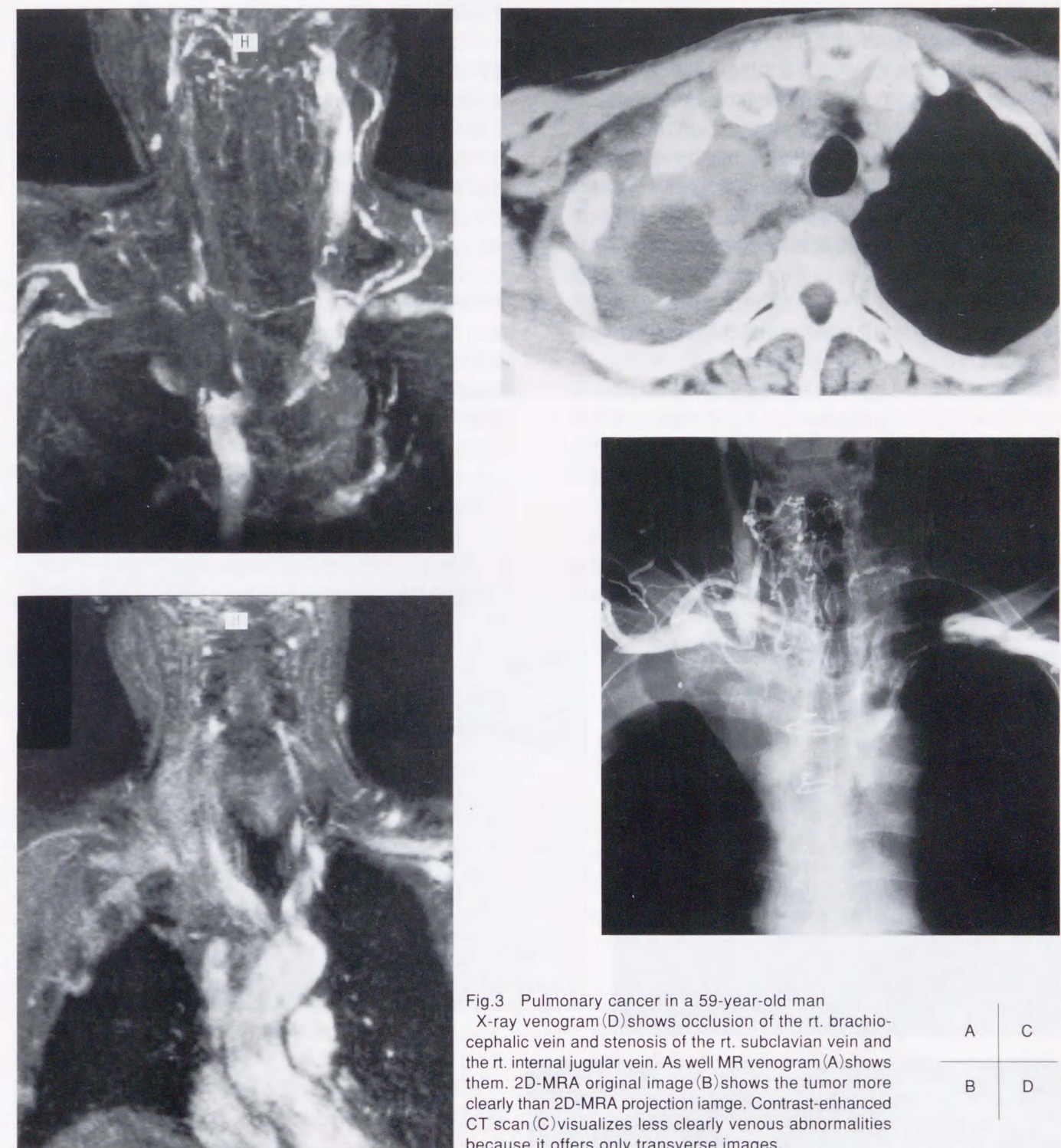


Fig.3 Pulmonary cancer in a 59-year-old man
X-ray venogram (D) shows occlusion of the rt. brachiocephalic vein and stenosis of the rt. subclavian vein and the rt. internal jugular vein. As well MR venogram (A) shows them. 2D-MRA original image (B) shows the tumor more clearly than 2D-MRA projection image. Contrast-enhanced CT scan (C) visualizes less clearly venous abnormalities because it offers only transverse images.

A	C
B	D

行ってきた。一方、MRIは撮像時間が長いため、心拍動および呼吸運動の影響が大きい胸部領域では十分な画質が得られないこともあり、CTを補足する程度にとどまっているのが現状である⁹⁾。

MRAについても同様で、頭部、頸部、腹部に比べてその臨床応用は遅れていたが、近年のMRI装置の進歩に伴い良好な画質が得られるようになってきた。われわれの施設で

は胸部腫瘍病変に対しMRAを撮像して腫瘍と血管との関係の評価しており、比較的良好な結果を得ている¹⁾⁻³⁾。

今回、著者は上大静脈系に注目し、血管像の描出、腫瘍と血管との関係の把握に対するMRAの有用性について、他の画像診断法との比較を含め検討した。

1. 3方法のMRAの比較

3D-MRAでは造影剤注入後早期に撮像するため血管内造

影剤濃度が高く、鎖骨下静脈の描出はやや劣っているものの、その血管像は最も明瞭である。特に両側内頸静脈の描出は他の2法に比して良好である。しかし、動脈系と静脈系が重なって描出されるため、静脈系の評価がやや難しくなってしまう。また、3D-MRAでは他の2法に比べて呼吸停止時間が長いので、十分な呼吸停止が得られないこともある。特に非常に大きな腫瘍の場合には、スライス方向の分割数を増加する必要があるが、そのため呼吸停止時間がさらに長くなってしまい、腫瘍全体を含めた撮像は困難となる。今回の検討においても、3方法のなかでは3D-MRAの成績が他の2法に比してやや劣っており、これは十分な呼吸停止ができず画質の劣化が著しい症例があったためと考えられた。

2D-MRAでは3D-MRAに比して内頸静脈の描出は劣るものの、鎖骨下静脈の描出は優れており、その他の部位でもほぼ同等の描出能である。しかし、3D-MRAと同様に動脈系と静脈系とが重なって描出されるため、静脈系の評価がやや難しくなる。この方法では1回に1スライスを撮像し、

それを繰り返して得られた元画像をMIP法を用いて重ね合わせるによりMRAを作成するが、すべてのスライスで呼吸停止位置が同じであるとは限らず、元画像は明瞭であるにもかかわらずMRAの画質は不良であるということが起こり得る²⁾。こういった欠点はあるものの利点もいくつかある。まず第一に、腫瘍が濃染することが多く、その場合には腫瘍の進展範囲が明瞭となり、血管との関係も把握しやすくなるが多い。3D-MRAでも造影剤は投与されているが、明瞭な血管像を得るために血管内造影剤濃度の高い相、すなわち造影剤投与後早期の撮像である必要があり、そのため腫瘍が濃染していない相での撮像とならざるを得ない。さらに3D-MRAと異なり、1回の呼吸停止時間は約6秒と短いのでその点が問題となることは少なく、大きな腫瘍であっても撮像回数を増やせば腫瘍全体を含めたMRAを得ることは容易である。また3D-MRAでは造影剤注入後早期の撮像となるため、画質が悪くても再度撮像することは不可能だが、2D-MRAでは画質が悪ければそのスライスのみを再度撮像することも可能である。

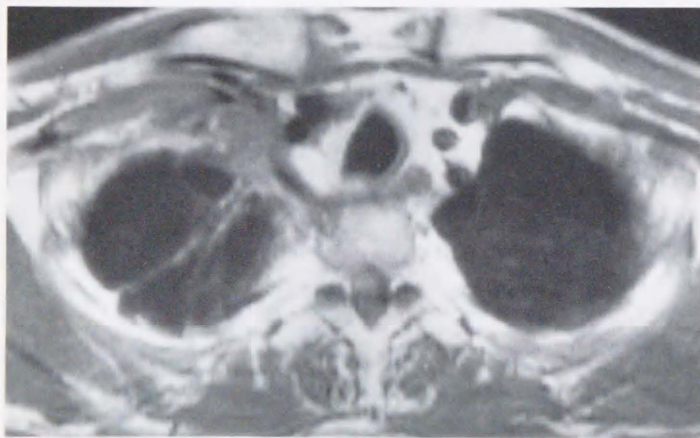
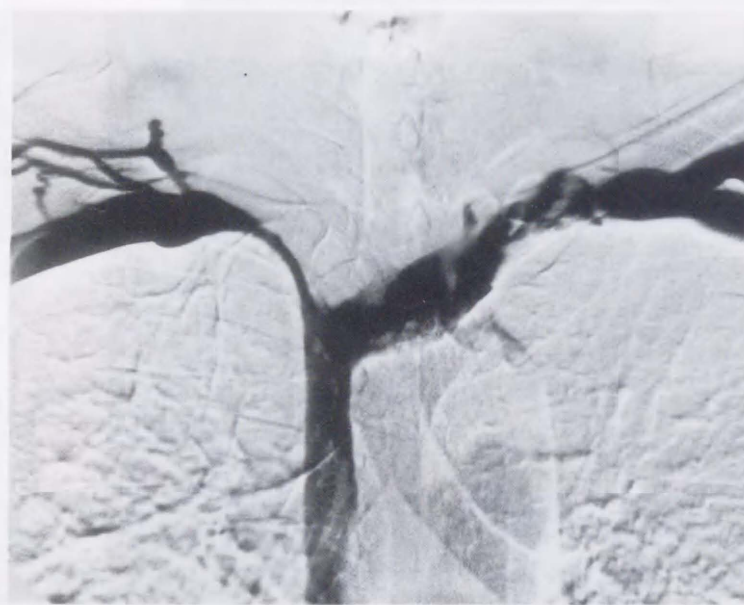
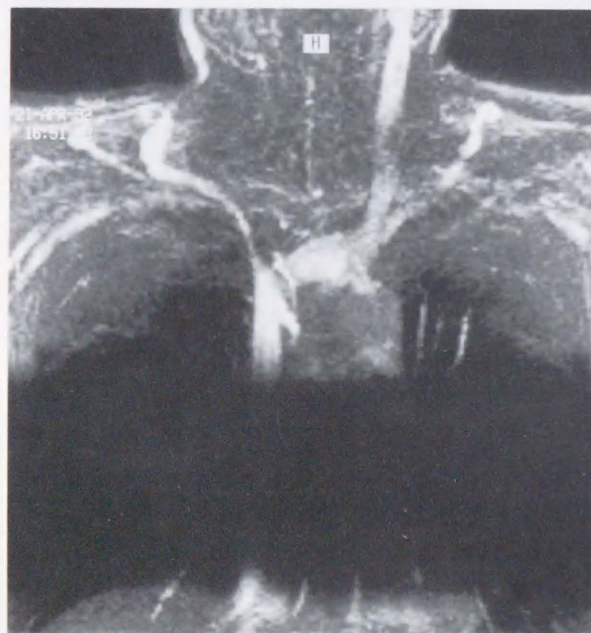
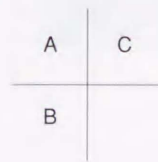


Fig.4 Pulmonary cancer in a 50-year-old man
Not only X-ray venogram(C) but also MR venogram(A) show stenosis of the rt. brachiocephalic vein. On spin echo MRI(B) there is a signal intensity in the rt. brachiocephalic vein because of its slow flow.



MR venographyでは心室部分にpresaturation pulseをかけることにより、ほぼ完全に動脈系の信号を消去することができ、静脈系のみを選択的な描出が可能となっている。したがって、3D-MRA、2D-MRAの欠点である動脈系と静脈系との重なりを避けることができるので、静脈系の評価には有用であると言える。特に側副血行路が見られた症例では、3D-MRA、2D-MRAでも描出されているものの、動脈系と重なって描出されるため分かりにくくなってしまうことが多いが、静脈系のみを選択的に描出できるMR venographyにおいては、これらは明瞭に描出されていた。MR venographyの欠点はその信号強度の弱さである。健常ボランティアでの検討でもその欠点は明らかであり、今回の対象症例のなかにも血管の描出がきわめて不良なものがあつた。特に、胸郭入口部を中心とした領域の血管は描出が不良である。この原因はflow in効果の不足による。この撮像は2D-TOF法を用いているため、flow in効果が十分に得られない領域、つまり、撮像面内を血管が走行している領域においてはその描出が悪くなってしまう。冠状断では胸郭入口部付近がその領域に相当すると考えられる。われわれは2D-TOF法のこの欠点を克服するため、2D-MRAでは造影剤を投与しており、その描出能はかなり改善はしている³⁾。しかし、MR venographyにおいては造影剤を投与すると動脈系の信号が消去しきれず、選択的描出ができなくなってしまうため、造影剤投与はできない。そこで、flow in効果が十分に得られるように撮像断面の設定を横断面としてみたところ、上記領域における血管の描出不良は克服できたが、撮像回数が多くなるうえ、MIP処理を行うと血管の辺縁が滑らかさに欠けてしまい、むしろ評価が困難となってしまう。腫瘍と血管との関係を全体像として捉えるには冠状断での撮像が適当と考えられた。

以上の通り、3方法のMRAはそれぞれ利点、欠点があるものの、お互いが相補的關係にあるとも言え、3方法とも撮像することでより正確な診断が可能となるものと思われる。しかし、今回の結果では、2D-MRAにおいても3D-MRAとはほぼ同等の血管像が得られている。肺門部領域に対するMRAでは3D-MRAの有用性が報告されている⁴⁾が、上縦隔を中心とした検討においては必ずしも3D-MRAは必要ではなく、内頸静脈との関係が問題となる症例についてのみ撮像すればよいのではないかと考えられた。CTなどで内頸静脈など頸部の血管に異常がないことが明らかな場合には、2D-MRAおよびMR venographyを中心として検査を進めていくのが適当であると考えられた。

2. MRA投影像とMRA元画像

MRA投影像は元画像をMIP処理することにより得られる。評価の際に元画像から得られる情報は多く、他の画像診断法との比較の前にMRA投影像とMRA元画像とを比較し、それぞれの画像の診断における位置付けを考えてみた。MRA投影像は多方向からの観察が可能でありその全体像の把握に有用である。しかし、多くの血管が重なるため、細かい部分の情報が分かりにくくなることもあるう

え、腫瘍の濃染が強い場合には同一投影面上にある血管が描出されないこともあつた。また、腫瘍の進展範囲の描出に関しても、MRA投影像よりもMRA元画像の方が優れており、腫瘍と血管との関係の把握にも元画像の方が良好な結果であつた。特に2D-MRA元画像は空間分解能に優れており、造影剤の使用により腫瘍は濃染し、また、面内を走行する血管も明瞭に描出されるなど、評価の際に有用であつた。MRAにおける診断は元画像、特に造影後の2D-MRA元画像を中心に評価を行い、投影像でその全体像を把握するのが適当と考えられた。

3. MRAと他画像との比較

3方法のMRA投影像およびMRA元画像を併せて診断することにより、多くの情報が得られると考えられた。そこで、MRAと他の画像診断法との比較を行い、胸部腫瘍病変におけるMRAの有用性について検討した。

SE: SEは軟部組織のコントラストに優れ、しかも、任意の断層面が得られることなど有用性は高い。しかし、さまざまな方向に走行する血管を、全長にわたり一断層面内におさめることは多くの場合困難であり、また、血流速度がある程度あれば血管は無信号構造として描出され、造影剤を投与することなく腫瘍と血管がはっきりと区別できるが、今回の対象症例のように血管の狭窄や閉塞がある場合には、血流速度の低下に伴い血管内腔に信号が生じ、それが著しい場合には読影の妨げになり得ること、腫瘍の進展範囲の正確な把握のため造影剤を投与すると、そのartifactにより血管の評価が難しくなる場合があること、呼吸停止をすることなく撮像するため、冠状断ではその影響が大きく、画質が劣化することがある、などの欠点がある。

CT: 空間分解能ではCTの方が明らかに優るが、撮像断面が横断像に限られ、腫瘍の上下の広がりやその血管との関係の評価が困難な場合があること、胸郭入口部付近での骨性胸郭のartifactや造影剤によるartifactが診断の妨げになり得ること、造影剤の投与ができない(造影剤アレルギーなど)場合に血管の評価が困難になることなどの欠点がある。

X線venography: X線venographyは空間分解能は最も優れており、閉塞や狭窄の程度、その範囲、側副血行路の状態など最も明瞭に描出できる画像である。しかし、MRAと異なり腫瘍自体は描出されないため、腫瘍と血管との関係は他の画像と併せて類推するしかないこと、腫瘍が上縦隔から頸部にかけて広がる場合には、内頸静脈の状態など頸部の情報も重要となるが、それらについては情報が得られにくいこと、laminar flowの影響で評価が困難になる場合があること、肘静脈からの造影では静脈が閉塞している場合に、中枢側の情報が乏しく大腿静脈からカテーテルを挿入して撮像しなくてはならないこと、多方向からの観察には複数回の撮像が必要となること、造影剤アレルギーがあると検査自体が施行不可能であること、圧をかけて造影剤を注入するため、本来の血流の状態を反映していない可能性があるなどの欠点がある。

このようにいずれの画像においても欠点があり、その診

断に苦慮することがある。一方、MRAにおいては主要血管の描出は評価に十分なものであり、腫瘍と血管が同時に描出できるのでその関係の把握が容易である。このことは、手術での血管の処理に際しての術前情報として重要である。さらに、通常のSEに加えて撮像できること、非侵襲的であること、さまざまな角度での観察も可能で、その全体像を捉えやすいなど利点も多い。今回の検討でも血管像の描出、腫瘍と血管との関係の描出のいずれにおいても、ほとんどの症例でCT、SEに比して同等ないしは優れているとの結果であり、その有用性は高いと考えられる。しかし、腫瘍の広がりやその血管との関係によっては、冠状断像よりも横断像の方が評価しやすい症例もあり、そういった場合にはMRAの有用性は低くなる。また、今回の検討はあくまでも血管像の描出、腫瘍と血管との関係の描出についてのみであり、臨床において画像診断に求められるすべての点についての検討ではない。画像診断では腫瘍の性状診断や転移の有無などさまざまな情報を提供する必要があるが、MRAはそれらについて有用な情報を追加しないことが多く、CT、SEをはじめとするMRIを省略することはできないと考えられる。

一方、X線 venographyについては、良好なMRAが得られた場合には撮像する必要はないと考えられる。空間分解能は劣るものの、血管の異常像はMRAのみで十分に評価可能であり、しかも腫瘍を同時に描出できることは前述のとおり、術前の情報としてきわめて有用である。

これらのことから、胸部腫瘍病変における画像診断の手順としてはまずCT、MRIを行い、そこで血管の状態の評価や血管分岐部と腫瘍の位置関係などその関係が把握しにくい症例においてMRAを撮像するのが適当であると考ええる。X線venographyについては側副血行路の発達など、詳細な血管の情報を要する場合においてのみ撮像すれば十分であると考えられる。

MRAは現時点では発展途上であり、一部の領域を除いて確立されたものとは言い難いが、高速撮像法の進歩に伴

い、その臨床応用の範囲が広がりつつあるのも事実であり、今後ますますその有用性は高まるものと思われる。胸部領域においても術前の精査に有用であり、従来の検査に加えて試みるべき検査であると考ええる。

ま と め

1. 健常ボランティアおよび胸部腫瘍病変患者に対し3方法のMRAを撮像し、それぞれを比較し、さらに他の画像診断法との比較も行った。
2. 3方法のMRAはそれぞれ利点、欠点があるものの、お互いが相補的關係にある。3法とも施行することで、より正確な診断が可能となるものと考えられた。しかし、3D-MRAは必ずしも必要ではなく、内頸静脈など頸部の血管との関係が問題となった症例についてのみ撮像すればよいものと思われる。その他の場合には、2D-MRA、MR venographyを中心に検査を進めていくのが適当と考えられた。
3. MRAにおける評価は、その元画像を基本とするのが適当であり、投影像は全体像の把握に有用であった。
4. 他画像との比較においては、血管像の描出ではSE、CTに対し、また腫瘍と血管との関係の把握ではSE、CT、X線venographyに対し有意に優れているとの結果であった。
5. MRAは空間分解能に問題があり、MRAのみで詳細な検討は困難であるが、主要静脈の描出は良好であり、従来の画像診断法に加えて得られる情報も多く、その有用性は高いと考えられた。

本稿を終えるに当たり、ご指導、ご校閲を賜りました岡山大学医学部放射線医学教室平木祥夫教授に深甚なる謝意を表するとともに、終始ご指導、ご鞭撻戴きました戸上 泉講師に深謝いたします。また、貴重な症例を提供戴いた岡山大学医学部第一外科、第二外科、第二内科の諸先生方に厚く御礼申し上げます。

なお、本論文の要旨は、第53回日本医学放射線学会総会(1994年4月、神戸)において発表した。

文 献

- 1) 戸上 泉, 三谷政彦, 北川尚広, 他: 3次元撮像法を用いた肺のMR Angiography. 日本医放会誌 52: 1602-1604, 1992
- 2) 戸上 泉, 三谷政彦, 加藤勝也, 他: 原発性肺癌におけるMR Angiography; 肺門部血管に対する評価. 臨床放射線 38: 375-381, 1993
- 3) 三谷政彦, 戸上 泉, 北川尚広, 他: 胸部腫瘍性病変における2D-Time of Flight MR Angiography. 肺癌 32: 375-381, 1992
- 4) Jonathan S Lewin, Gerhard Laub, Richard Hausmann: Three-dimensional time-of-flight MR angiography; Applications in the abdomen and thorax. Radiology 179: 261-264, 1991
- 5) Kauczor HU, Loyer G, Schad LR, et al: Clinical applications of MR angiography in intrathoracic masses. J Comput Assist

Tomogr 15: 409-417, 1991

- 6) J Paul Finn, Janet H S Zisk, Robert R Edelman, et al: Central venous occlusion; MR angiography. Radiology 187: 245-251, 1993
- 7) 須田博喜, 本城和光, 本間 稯, 他: 2D Time of Flight法によるStereoscopic Pulmonary MR Angiographyの検討. 日本医放会誌 52: 291-299, 1992
- 8) 本田憲業, 町田喜久雄, 間宮敏雄, 他: 肺門および縦隔の2次元Time-of-Flight MRアンジオグラフィーの血管描出能および診断能の検討. 日本医放会誌 52: 1521-1528, 1992
- 9) 足立秀治, 河野通雄, 田中浩司, 他: 肺癌における上大静脈, 胸部大動脈への浸潤診断; 切除例, 剖検例におけるCT, MRIの対比. 臨床放射線 35: 803-810, 1990